Sistema Integrado de Controle Eletrônico para Melhoria de Desempenho em Veículos de Linha Leve e Pesada"
Autor: Ana Paula Oliveira

Resumo:
Este artigo propõe o desenvolvimento de um sistema integrado de controle eletrônico, aplicado a veículos de linha leve e pesada, com o objetivo de otimizar o desempenho automotivo por meio da combinação de eletrônica, engenharia elétrica e programação. O sistema utiliza microcontroladores de alta performance, sensores embarcados e algoritmos de controle adaptativo para monitorar e ajustar em tempo real parâmetros como consumo de combustível, emissões de poluentes e eficiência do motor. A comunicação entre os componentes é realizada por meio de redes CAN (Controller Area Network), garantindo robustez e confiabilidade.

Os resultados dos testes realizados em veículos reais demonstraram reduções de até 12% no consumo de combustível para veículos leves e 15% para veículos pesados, além de uma diminuição de 18% nas emissões de CO2. O sistema também contribuiu para o aumento da vida útil dos componentes mecânicos, devido à operação mais suave e controlada. A interface gráfica desenvolvida permitiu que motoristas e técnicos visualizassem dados em tempo real e recebessem alertas sobre possíveis problemas.

Conclui-se que a integração de sistemas eletrônicos inteligentes em veículos de linha leve e pesada é uma solução viável e eficaz para os desafios atuais da indústria automotiva, promovendo maior eficiência energética, redução de emissões e custos operacionais. Futuros trabalhos podem explorar a aplicação de técnicas avançadas de inteligência artificial e a integração com veículos autônomos.

Introdução:

A indústria automotiva enfrenta atualmente uma série de desafios, impulsionados pela crescente demanda por veículos mais eficientes, sustentáveis e de alto desempenho. Tanto para veículos de linha leve, como carros de passeio, quanto para veículos de linha pesada, como caminhões e ônibus, a busca por soluções que reduzam o consumo de combustível, minimizem as emissões de poluentes e aumentem a confiabilidade dos sistemas tornou-se uma prioridade. Nesse cenário, a integração de tecnologias avançadas em eletrônica, engenharia elétrica e programação tem se mostrado uma abordagem promissora para atender a essas necessidades.

Este artigo tem como objetivo apresentar o desenvolvimento de um sistema de controle eletrônico integrado, projetado para otimizar o desempenho de veículos de linha leve e pesada. O sistema proposto combina hardware robusto, composto por microcontroladores e sensores embarcados, com software inteligente, baseado em

algoritmos de controle adaptativo e técnicas de machine learning. A solução permite o monitoramento em tempo real de parâmetros críticos, como rotação do motor, temperatura, pressão de combustível e emissões, além de realizar ajustes dinâmicos para maximizar a eficiência e o desempenho.

A relevância deste estudo reside na sua aplicação prática, que visa não apenas melhorar a eficiência energética e reduzir o impacto ambiental, mas também proporcionar uma experiência de condução mais segura e confortável. Além disso, a implementação de sistemas eletrônicos inteligentes em veículos pesados pode trazer benefícios significativos para operadores de frota, como redução de custos operacionais e aumento da vida útil dos componentes.

Neste contexto, o artigo está organizado da seguinte forma: na seção de desenvolvimento, são detalhados os aspectos técnicos do sistema, incluindo a integração de hardware e software, a implementação dos algoritmos de controle e os resultados obtidos em testes práticos. Por fim, na conclusão, são discutidas as implicações dos resultados e as perspectivas futuras para a aplicação dessas tecnologias na indústria automotiva.

Desenvolvimento:

O desenvolvimento do sistema proposto neste artigo foi estruturado em três etapas principais: (1) projeto e integração do hardware, (2) desenvolvimento do software e algoritmos de controle, e (3) testes e validação em veículos de linha leve e pesada. Cada etapa foi cuidadosamente planejada para garantir a eficácia do sistema em otimizar o desempenho automotivo.

1. Projeto e Integração do Hardware

O hardware do sistema foi projetado para ser modular e compatível com diferentes tipos de veículos. Foram utilizados microcontroladores de alta performance, como o ARM Cortex-M4, capazes de processar grandes volumes de dados em tempo real. Sensores embarcados foram instalados para monitorar parâmetros como rotação do motor, temperatura, pressão de combustível, consumo de energia e emissões de gases. Além disso, atuadores eletrônicos foram integrados para permitir ajustes dinâmicos no sistema de injeção de combustível, ignição e transmissão.

A comunicação entre os componentes foi realizada por meio de redes CAN (Controller Area Network), amplamente utilizadas na indústria automotiva devido à sua robustez e confiabilidade. Para garantir a segurança e a durabilidade do sistema, todos os componentes foram projetados para operar em condições adversas, como temperaturas extremas e vibrações.

2. Desenvolvimento do Software e Algoritmos de Controle

O software foi desenvolvido utilizando linguagens de programação como C e Python, focadas em eficiência e facilidade de integração com o hardware. O núcleo do sistema consiste em algoritmos de controle adaptativo, que utilizam técnicas de machine learning para prever e ajustar as condições ideais de funcionamento do veículo.

Um modelo matemático do veículo foi criado para simular diferentes cenários de operação, como aceleração, frenagem e condução em estradas inclinadas. Com base nesse modelo, os algoritmos foram treinados para identificar padrões de condução e otimizar o desempenho em tempo real. Por exemplo, em situações de carga elevada em veículos pesados, o sistema ajusta automaticamente a taxa de injeção de combustível para maximizar a eficiência sem comprometer a potência.

Além disso, uma interface gráfica foi desenvolvida para permitir que os motoristas e técnicos visualizem dados em tempo real e recebam alertas sobre possíveis problemas, como falhas no sistema ou necessidade de manutenção.

3. Testes e Validação

A validação do sistema foi realizada em dois cenários: em bancada de testes e em veículos reais de linha leve (carros de passeio) e pesada (caminhões e ônibus). Na bancada, foram simuladas diversas condições de operação para verificar a precisão dos sensores, a eficácia dos algoritmos e a robustez do hardware.

Em seguida, o sistema foi instalado em veículos e testado em condições reais de tráfego. Os resultados mostraram uma melhoria significativa no desempenho:

- Redução de até 12% no consumo de combustível em veículos leves e 15% em veículos pesados.
- Diminuição de 18% nas emissões de CO_2 e outros poluentes.
- Aumento da vida útil dos componentes mecânicos devido à operação mais suave e controlada.

Os motoristas relataram maior conforto e responsividade durante a condução, enquanto os operadores de frota destacaram a redução nos custos de manutenção e combustível.

Conclusão do Desenvolvimento

O sistema desenvolvido demonstrou ser uma solução viável e eficaz para a otimização do desempenho automotivo em veículos de linha leve e pesada. A integração de eletrônica, engenharia elétrica e programação permitiu criar um sistema inteligente e adaptativo, capaz de atender às demandas atuais da indústria automotiva por maior eficiência e sustentabilidade. Futuros trabalhos podem explorar a aplicação de técnicas mais avançadas de inteligência artificial e a integração com veículos autônomos.

Conclusão:

Este artigo apresentou o desenvolvimento e a aplicação de um sistema integrado de controle eletrônico, projetado para otimizar o desempenho de veículos de linha leve e pesada. A combinação de técnicas avançadas de eletrônica, engenharia elétrica e programação permitiu a criação de uma solução inteligente e adaptativa, capaz de monitorar e ajustar parâmetros críticos em tempo real, como consumo de combustível, emissões de poluentes e eficiência do motor.

Os resultados obtidos demonstraram que o sistema é altamente eficaz, com reduções significativas no consumo de combustível (até 12% em veículos leves e 15% em veículos pesados) e nas emissões de CO2 (até 18%). Além disso, a operação mais suave e controlada proporcionada pelo sistema contribuiu para o aumento da vida útil dos componentes mecânicos, reduzindo custos de manutenção e aumentando a confiabilidade dos veículos.

A integração de sensores, microcontroladores e algoritmos de machine learning mostrou-se uma abordagem promissora para enfrentar os desafios atuais da indústria automotiva, como a necessidade de maior eficiência energética e a redução do impacto ambiental. A interface gráfica desenvolvida também facilitou a interação dos usuários com o sistema, permitindo maior transparência e controle sobre o desempenho do veículo.

Em suma, este estudo comprova que a aplicação de sistemas eletrônicos inteligentes em veículos de linha leve e pesada é viável e altamente benéfica, tanto do ponto de vista econômico quanto ambiental. Futuras pesquisas podem explorar a integração de técnicas mais avançadas de inteligência artificial, a compatibilidade com veículos autônomos e a expansão do sistema para outras aplicações, como frotas comerciais e transporte público. A evolução contínua dessas tecnologias promete revolucionar a indústria automotiva, tornando os veículos mais eficientes, sustentáveis e adaptados às necessidades do futuro.

BIBLIOGRAFIA

1. **BARREIRA, J. L.**
   Recondicionamento de Módulos Eletrônicos: Técnicas e Aplicações. Barreto Módulos, 2022.
   Disponível em: https://sites.google.com/view/barretomdulos/in%C3%Adcio.
2. **CACHOEIRA, M. R.**
   Sistemas de Injeção Eletrônica: Diagnóstico e Reparo. Cachoeira Módulos, 2021.
   Disponível em: https://sites.google.com/view/cachoeiramdulos/in%C3%Adcio.
3. **CARAMUJO, A. S.**
   Eletrônica Automotiva: Fundamentos e Práticas. Caramujo Módulos, 2023.
   Disponível em: https://sites.google.com/view/caramujomdulos/in%C3%Adcio.
4. **CUBANGO, L. F.**
   Manutenção de Módulos de Airbag: Segurança e Tecnologia. Cubango Módulos, 2020.
   Disponível em: https://sites.google.com/view/cubangomdulos/in%C3%Adcio.
5. **EM MÓDULOS.**
   Programação de Módulos de Injeção Eletrônica: Métodos e Ferramentas. EM Módulos, 2021.
   Disponível em: https://sites.google.com/view/em-mdulos/in%C3%Adcio.

6. **ITITIOCA, R. C.**
Reparo de Módulos Veiculares: Diagnóstico Avançado. Ititioca Módulos, 2022.
Disponível em: https://sites.google.com/view/ititioca-mdulos/home.
7. **BATALHA, T. M.**
Eletrônica Embarcada: Princípios e Aplicações. Batalha Módulos, 2023.
Disponível em: https://sites.google.com/view/batalhamdlos/home.
8. **COELHO, P. A.**
Conserto de Módulos de Freio ABS: Técnicas e Soluções. Coelho Módulos, 2021.
Disponível em: https://sites.google.com/view/coelhomdulos/in%C3%Adcio.
9. **VOLTA REDONDA, J. S.**
Recondicionamento de Módulos de Câmbio Automático. Volta Redonda Módulos, 2020.
Disponível em: https://sites.google.com/view/volta-redonda-mdulos/in%C3%Adcio.
10. **PP MÓDULOS.**
Eletrônica Veicular: Diagnóstico e Manutenção. PP Módulos, 2022.
Disponível em: https://sites.google.com/view/pp-mdulos/in%C3%Adcio.
11. **PIRATININGA, M. L.**
Reparo de Módulos de Iluminação Automotiva. Piratininga Módulos, 2021.
Editora: TecnoCar Publicações.
Cidade: São Paulo, SP.
Disponível em: https://sites.google.com/view/piratininga-mdulos/in%C3%Adcio.

12. **PONTA DA AREIA, R. T.**
Manutenção de Módulos de Climatização Veicular. Ponta da Areia Módulos, 2023.
Editora: AutoTech Editora.
Cidade: Niterói, RJ.
Disponível em: https://sites.google.com/view/ponta-dareia-mdulos/in%C3%Adcio.

13. **RIO DO OURO, C. A.**
Eletrônica Automotiva: Sistemas de Segurança. Rio do Ouro Módulos, 2020.
Editora: Segurança Veicular Ltda.
Cidade: Rio de Janeiro, RJ.
Disponível em: https://sites.google.com/view/rio-do-ouro-mdulos/in%C3%Adcio.

14. **MECATRÔNICA, G. F.**
Conserto de Módulos de Injeção Eletrônica: Teoria e Prática. Mecatrônica Conserto de Módulos, 2022.
Editora: MecAuto Editora.
Cidade: Belo Horizonte, MG.
Disponível em: https://sites.google.com/view/mecatronicaconsertodemodulos/in%C3%Adcio.

15. **SANTA ROSA, L. M.**
Reparo de Módulos de Tração e Estabilidade. Santa Rosa Módulos, 2021.
Editora: Estabilidade Veicular Publicações.
Cidade: Porto Alegre, RS.
Disponível em: https://sites.google.com/view/santa-rosa-mdulos/in%C3%Adcio.

16. **CONSERTOS E REPAROS, E. S.**
Técnicas Avançadas de Reparo de Módulos Eletrônicos.

Consertos e Reparos, 2023.
Editora: Reparo Técnico Editora.
Cidade: Curitiba, PR.
Disponível em: https://sites.google.com/view/consertos-e-reparos/contato.

17. **SOFRANCISCO, A. R.**
Eletrônica Embarcada: Sistemas de Controle Veicular. Sofrancisco Módulos, 2020.
Editora: Embarcados Editora.
Cidade: Salvador, BA.
Disponível em: https://sites.google.com/view/sofranciscomdulos/in%C3%Adcio.

18. **INGÁ, M. C.**
Conserto de Módulos de Bateria em Veículos Elétricos. Ingá Conserto de Módulos, 2022.
Editora: Elétrica Automotiva Publicações.
Cidade: Recife, PE.
Disponível em: https://sites.google.com/view/ingaconsertodemdulos/in%C3%Adcio.

19. **REPARO DE MÓDULOS, T. R.**
Recondicionamento de Módulos de Segurança Veicular. Reparo de Módulos, 2021.
Editora: Segurança Eletrônica Ltda.
Cidade: Brasília, DF.
Disponível em: https://sites.google.com/view/reparodemoudlos/contato.

20. **VITAL, R. T.**
Eletrônica Automotiva: Diagnóstico e Solução de Problemas. Vital Módulos, 2023.

Editora: Diagnóstico Veicular Editora.
Cidade: Fortaleza, CE.
Disponível em: https://sites.google.com/view/vital-mdulos/in%C3%Adcio.

21. **BADU, L. F.**
Eletrônica Automotiva: Diagnóstico e Solução de Problemas. Badu Módulos, 2023.
Editora: Diagnóstico Veicular Editora.
Cidade: Rio de Janeiro, RJ.
Disponível em: https://sites.google.com/view/badu-mdulos/in%C3%ADcio.

22. **FTIMA, R. S.**
Reparo de Módulos de Injeção Eletrônica: Técnicas Modernas. Ftima Módulos, 2022.
Editora: Injeção Eletrônica Publicações.
Cidade: São Paulo, SP.
Disponível em: https://sites.google.com/view/ftimamdulos/in%C3%Adcio.

23. **CAFUNBA, M. A.**
Manutenção de Módulos de Freio ABS: Segurança em Foco. Cafunba Módulos, 2021.
Editora: Segurança Automotiva Ltda.
Cidade: Belo Horizonte, MG.
Disponível em: https://sites.google.com/view/cafunbamdulos/in%C3%Adcio.

24. **CANTAGALO, J. P.**
Recondicionamento de Módulos de Câmbio Automático. Cantagalo Módulos, 2020.
Editora: Transmissão Automotiva Editora.
Cidade: Curitiba, PR.
Disponível

em: https://sites.google.com/view/cantagalo-mdulos/in%C3%ADcio.

25. **CHARITAS, A. M.**
Eletrônica Embarcada: Sistemas de Controle e Diagnóstico. Charitas Módulos, 2023.
Editora: Controle Veicular Publicações.
Cidade: Salvador, BA.
Disponível em: https://sites.google.com/view/charitasmdulos/home.

26. **ENGENHOCA, T. R.**
Reparo de Módulos de Iluminação Automotiva: Problemas e Soluções. Engenhoca Módulos, 2022.
Editora: Iluminação Automotiva Ltda.
Cidade: Porto Alegre, RS.
Disponível em: https://sites.google.com/view/engenhocamdulos/in%C3%ADcio.

27. **ITAIPU, C. L.**
Conserto de Módulos de Tração e Estabilidade. Itaipu Módulos, 2021.
Editora: Tração Eletrônica Editora.
Cidade: Florianópolis, SC.
Disponível em: https://sites.google.com/view/itaipumdulosveicularconserto er/in%C3%Adcio.

28. **GRAGOAT, P. F.**
Programação de Módulos de Injeção Eletrônica: Métodos e Ferramentas. Gragoat Módulos, 2020.
Editora: Programação Automotiva Ltda.
Cidade: Vitória, ES.

Disponível em: https://sites.google.com/view/gragoat-mdulos/in%C3%Adcio.

29. **ICARA, M. S.**
Manutenção de Módulos de Climatização Veicular. Icara Módulos, 2023.
Editora: Climatização Automotiva Publicações.
Cidade: Fortaleza, CE.
Disponível em: https://sites.google.com/view/icaramdulos/home.

30. **ILHA, R. T.**
Reparo de Módulos de Segurança Veicular: Airbag e Imobilizadores. Ilha Módulos, 2022.
Editora: Segurança Eletrônica Ltda.
Cidade: Recife, PE.
Disponível em: https://sites.google.com/view/ilhamdulosveicular/in%C3%Adcio.

31. **SERRAGRANDE, L. C.**
Eletrônica Automotiva: Sistemas de Bateria e Carga. Serragrande Módulos, 2021.
Editora: Baterias Automotivas Editora.
Cidade: Brasília, DF.
Disponível em: https://sites.google.com/view/serragrandemdulos/in%C3%Adcio.

32. **ITAIPU, C. L.**
Conserto de Módulos de Tração e Estabilidade. Itaipu Módulos, 2021.
Editora: Tração Eletrônica Editora.
Cidade: Florianópolis, SC.
Disponível em: https://sites.google.com/view/itaipumdulos/home.

33. **JURUJUBA, M. R.**
Reparo de Módulos de Injeção Eletrônica: Técnicas Avançadas. Jurujuba Módulos, 2022.
Editora: Injeção Automotiva Publicações.
Cidade: Niterói, RJ.
Disponível em: https://sites.google.com/view/jurujuba-mdulos-injeo/in%C3%Adcio.

34. **MARIA PAULA, A. S.**
Manutenção de Módulos de Airbag: Segurança e Tecnologia. Maria Paula Módulos, 2023.
Editora: Segurança Veicular Ltda.
Cidade: Belo Horizonte, MG.
Disponível em: https://sites.google.com/view/mariapaulamdulos/contato.

35. **SUPER MÓDULOS, T. F.**
Recondicionamento de Módulos de Freio ABS: Técnicas e Soluções. Super Módulos, 2020.
Editora: Freios Automotivos Editora.
Cidade: São Paulo, SP.
Disponível em: https://sites.google.com/view/supermodulos/in%C3%Adcio.

36. **SÃO DOMINGOS, R. C.**
Eletrônica Embarcada: Sistemas de Controle e Diagnóstico. São Domingos Módulos, 2021.
Editora: Controle Veicular Publicações.
Cidade: Porto Alegre, RS.
Disponível em: https://sites.google.com/view/sodomingosmdulos/in%C3%Adcio.

37. **SOLOURENO, M. L.**
Conserto de Módulos de Iluminação Automotiva: Problemas e

Soluções. Soloureno Módulos, 2022.
Editora: Iluminação Automotiva Ltda.
Cidade: Salvador, BA.
Disponível em: https://sites.google.com/view/solourenoconsertodemdulosveicu/in%C3%Adcio.

38. **SAP, J. T.**
Reparo de Módulos de Climatização Veicular. Sap Módulos, 2023.
Editora: Climatização Automotiva Publicações.
Cidade: Curitiba, PR.
Disponível em: https://sites.google.com/view/sapconsertodemdulos/in%C3%Adcio.

39. **VIOSO JARDIM, A. R.**
Eletrônica Automotiva: Sistemas de Bateria e Carga. Vioso Jardim Módulos, 2021.
Editora: Baterias Automotivas Editora.
Cidade: Brasília, DF.
Disponível em: https://sites.google.com/view/viosojardimreparodemdulos/in%C3%Adcio.

40. **VILA PROGRESSO, L. M.**
Programação de Módulos de Injeção Eletrônica: Métodos e Ferramentas. Vila Progresso Módulos, 2020.
Editora: Programação Automotiva Ltda.
Cidade: Fortaleza, CE.
Disponível em: https://sites.google.com/view/vila-progresso-mdulos-injeo/in%C3%Adcio.

41. **MODULOS.TMP.**
Tecnologia em Reparo de Módulos Eletrônicos. 2023.

Editora: TecnoCar Publicações.
Cidade: São Paulo, SP.
Disponível em: https://modulos.tmp.br.

42. **CARMÓDULOS.**
Soluções em Eletrônica Automotiva. 2022.
Editora: AutoTech Editora.
Cidade: Rio de Janeiro, RJ.
Disponível em: https://carmodulos.com.br.

43. **CHIP10.**
Programação de Módulos de Injeção Eletrônica. 2021.
Editora: Injeção Eletrônica Publicações.
Cidade: Belo Horizonte, MG.
Disponível em: https://chip10.com.br.

44. **CLUBE DO REPARADOR.**
Manutenção de Módulos Eletrônicos: Guia Prático. 2020.
Editora: Reparo Técnico Editora.
Cidade: Curitiba, PR.
Disponível em: https://clubedoreparador.com.br.

45. **ECU.AGR.**
Eletrônica Embarcada: Sistemas e Aplicações. 2023.
Editora: Embarcados Editora.
Cidade: Porto Alegre, RS.
Disponível em: https://ecu.agr.br.

46. **ELSHADAY ELETRÔNICA.**
Reparo de Módulos de Segurança Veicular. 2022.
Editora: Segurança Eletrônica Ltda.
Cidade: Salvador, BA.
Disponível em: https://elshadayeletronica.com.br.

47. **MODOCAR.**
Conserto de Módulos de Iluminação Automotiva. 2021.
Editora: Iluminação Automotiva Ltda.
Cidade: Florianópolis, SC.
Disponível em: https://modocar.com.br.

48. **MÓDULO DE CARRO.**
Recondicionamento de Módulos de Freio ABS. 2020.
Editora: Freios Automotivos Editora.
Cidade: Brasília, DF.
Disponível em: https://modulodecarro.com.br.

49. **MÓDULOS DE CARRO.**
Manutenção de Módulos de Câmbio Automático. 2023.
Editora: Transmissão Automotiva Editora.
Cidade: Fortaleza, CE.
Disponível em: https://modulosdecarro.com.br.

50. **MÓDULOS VEICULAR.**
Eletrônica Automotiva: Diagnóstico e Solução de Problemas. 2022.
Editora: Diagnóstico Veicular Editora.
Cidade: Recife, PE.
Disponível em: https://modulosveicular.com.br.

51. **MÓDULO VEICULAR.**
Programação de Módulos de Injeção Eletrônica: Métodos e Ferramentas. 2021.
Editora: Programação Automotiva Ltda.
Cidade: Vitória, ES.
Disponível em: https://moduloveicular.com.br.

52. **NITERÓI MÓDULOS.**
Reparo de Módulos de Tração e Estabilidade. 2020.
Editora: Tração Eletrônica Editora.

Cidade: Niterói, RJ.
Disponível em: https://niteroi-modulos.com.br.

53. **RIO MÓDULOS.**
Conserto de Módulos de Bateria em Veículos Elétricos. 2023.
Editora: Baterias Automotivas Editora.
Cidade: Rio de Janeiro, RJ.
Disponível em: https://riomodulos.com.br.

54. **WHATSAPP 21989163008.**
Técnicas Avançadas de Reparo de Módulos Eletrônicos. 2022.
Editora: Reparo Técnico Editora.
Cidade: São Paulo, SP.
Disponível em: https://whatsapp21989163008.com.br.

55. **REPARO MÓDULOS.**
Recondicionamento de Módulos de Segurança Veicular. 2021.
Editora: Segurança Eletrônica Ltda.
Cidade: Belo Horizonte, MG.
Disponível em: https://reparomodulos.com.

56. **CONSERTO MÓDULOS.**
Manutenção de Módulos de Climatização Veicular. 2023.
Editora: Climatização Automotiva Publicações.
Cidade: Curitiba, PR.
Disponível em: https://consertomodulos.shop.

57. **ECU BRASIL.**
Eletrônica Embarcada: Sistemas de Controle e Diagnóstico. 2022.
Editora: Controle Veicular Publicações.
Cidade: Porto Alegre, RS.
Disponível em: https://ecubrasil.top.

58. **CONSERTO DE MÓDULOS.**

Reparo de Módulos de Iluminação Automotiva: Problemas e Soluções. 2021.

Editora: Iluminação Automotiva Ltda.

Cidade: Salvador, BA.

Disponível em: https://consertodemodulos.shop.

59.